

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/004281

International filing date: 11 March 2005 (11.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-243529
Filing date: 24 August 2004 (24.08.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 May 2005 (12.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/JP 2005/004281

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

14. 3. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 8月24日

出願番号
Application Number: 特願2004-243529

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

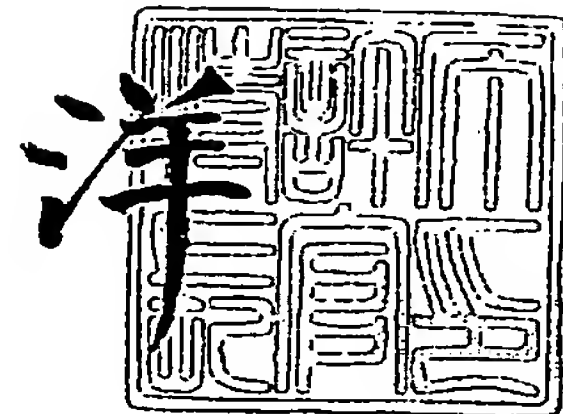
J P 2 0 0 4 - 2 4 3 5 2 9

出願人
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

2005年 4月21日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



出証番号 出証特2005-3036672

【書類名】 特許願
【整理番号】 104I0273
【提出日】 平成16年 8月24日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 5/18
G02B 5/28
G02B 5/32

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 後 利彦

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 織田 一彦

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 大久保 総一郎

【発明者】
【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
【氏名】 松浦 尚

【特許出願人】
【識別番号】 000002130
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】
【識別番号】 100064746
【弁理士】
【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】
【識別番号】 100085132
【弁理士】
【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】
【識別番号】 100083703
【弁理士】
【氏名又は名称】 仲村 義平

【選任した代理人】
【識別番号】 100096781
【弁理士】
【氏名又は名称】 堀井 豊

【選任した代理人】
【識別番号】 100098316
【弁理士】
【氏名又は名称】 野田 久登

【選任した代理人】

【識別番号】 100109162

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 將行

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2004- 76051

【出願日】 平成16年 3月17日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908053

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

入射光をホログラムにより回折分光して異なる波長の光を所定の空間的周期で所望の位置に出射するホログラムカラーフィルタであって、

透光性基板上に形成された透光性ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜を含み、このDLC膜には相対的に高屈折率の帯状領域と相対的に低屈折率の帯状領域とが交互に配置されていることを特徴とするホログラムカラーフィルタ。

【請求項 2】

前記DLC膜はマイクロレンズアレイと組み合わされており、前記DLC膜において前記高屈折率帯状領域の幅および間隔が一定に設定されており、前記マイクロレンズアレイは前記空間的周期に対応した周期で配置された複数のマイクロレンズを含むことを特徴とする請求項 1 に記載のホログラムカラーフィルタ。

【請求項 3】

前記高屈折率帯状領域の幅および間隔が前記空間的周期に対応して周期的に変化させられており、それによって分光機能とマイクロレンズアレイ機能とを兼ね備えていることを特徴とする請求項 1 に記載のホログラムカラーフィルタ。

【請求項 4】

複数の前記DLC膜を含み、これらのDLC膜は互いに異なる波長の光に対して回折効率のピークを有していることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載のホログラムカラーフィルタ。

【請求項 5】

前記複数のDLC膜は第 1 と第 2 のDLC膜を含み、前記第 1 DLC膜は赤色の光に対して回折効率のピークを有し、前記第 2 DLC膜は青色の光に対して回折効率のピークを有していることを特徴とする請求項 4 に記載のホログラムカラーフィルタ。

【請求項 6】

前記低屈折率帯状領域から前記高屈折率帯状領域への境界領域において屈折率が多段階に変化させられていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のホログラムカラーフィルタ。

【請求項 7】

前記低屈折率帯状領域から前記高屈折率帯状領域への境界領域において屈折率が連続的に変化させられていることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載のホログラムカラーフィルタ。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載のホログラムカラーフィルタを作製するための方法であって、前記DLC膜はプラズマCVDによって形成されることを特徴とするホログラムカラーフィルタの作製方法。

【請求項 9】

前記DLC膜中において相対的に高い屈折率を有する領域は、そのDLC膜へ紫外光照射、X線照射、シンクロトロン放射光照射、イオン照射、および電子線照射のいずれかを行うことによって形成されることを特徴とする請求項 8 に記載のホログラムカラーフィルタの作製方法。

【請求項 10】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載されたホログラムカラーフィルタと組み合わされた液晶パネルを含み、前記空間的周期は前記液晶パネルに含まれる複数の画素の周期に対応していることを特徴とするカラー液晶表示装置。

【請求項 11】

各前記画素は赤色表示領域、緑色表示領域、および青色表示領域を含み、前記ホログラムカラーフィルタは前記入射光を赤色光、緑色光、および青色光に分光してそれぞれ前記赤色表示領域、前記緑色表示領域、および前記青色表示領域へ向けて出射することを特徴とする請求項 10 に記載のカラー液晶表示装置。

【請求項 12】

光源として、メタルハライドランプ、超高圧水銀ランプ、冷陰極線管、または発光ダイオードを含み、請求項 5 に記載のホログラムカラーフィルタを含むことを特徴とする請求項 10 または 11 に記載のカラー液晶表示装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ホログラムカラーフィルタとそれを含むカラー液晶表示装置

【技術分野】

【0001】

本発明はホログラムカラーフィルタとそれを含むカラー液晶表示装置に関し、特に分光機能とマイクロレンズアレイ機能とを有するホログラムカラーフィルタとそれを含むカラー液晶表示装置の改善に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、種々のタイプのカラー液晶表示装置が実用化されている。それらのカラー液晶表示装置の一種として、カラー液晶プロジェクタがある。そして、多くのタイプのカラー液晶プロジェクタが、3枚の液晶パネルを含んでいる。すなわち、3枚の液晶パネルの各々が赤色(R)の光映像、緑色(G)の光映像、および青色(B)の光映像のいずれかを表示し、それら3色の光映像が光学システムによって合成されてスクリーン上に投射される(非特許文献1の西田信夫編、「大画面ディスプレイ」、共立出版、2002年発行参照)。

【0003】

このような3パネル型のカラー液晶プロジェクタは、高価な液晶パネルを3枚必要とするとともに、3色光の分離と合成のために多くの光学部品を必要とする。すなわち、3パネル型のカラー液晶プロジェクタは、高価でありかつ小型化することが困難である。

【0004】

他方、単一パネル型のカラー液晶プロジェクタは、低コスト化と小型化が可能である。実用化された単一パネル型のカラー液晶プロジェクタの例として、日本ビクター(株)のHV-D50LA1がある。

【0005】

図4は、日本ビクター(株)のHV-D50LA1が採用している単一パネル型カラー液晶プロジェクタにおける光学的基本原理を模式的断面図で示している(非特許文献1の第118-119頁参照)。このカラー液晶プロジェクタは、ガラス基板1の上面上に形成されたホログラム膜2のホログラムカラーフィルタを含んでいる。ガラス基板1の下面上には液晶層3が設けられ、その液晶層3の下面には反射型電極層4が設けられている。反射型電極層4はR、G、およびBのそれぞれの光を反射するための反射型画素電極を含んでおり、一組のR、G、およびBの反射型電極が一つの画素を構成している。図4において、複数のR電極が図面に直交する方向に整列されており、同様に複数のG電極および複数のB電極のそれぞれも図面に直交する方向に整列されている。なお、ガラス基板1と液晶層3との間には、R、G、およびBの電極に対向して透明電極(図示せず)が設けられている。

【0006】

図4のカラー液晶プロジェクタにおいて、光源(図示せず)からの白色光Wが所定の入射角でホログラム膜2に照射される。ホログラム膜2は、回折作用によって、白色光Wを赤色R、緑色G、および青色Bの光に波長分離(分光)するとともに、それらの光に対応するR電極、G電極、およびB電極上に集光するマイクロレンズアレイとしての機能を併有している。そして、R電極、G電極、およびB電極のそれぞれによって反射された赤色R、緑色G、および青Bの光は、ホログラム膜2の回折条件からずれていてその膜を透過し、投射レンズ(図示せず)によってスクリーン上に投影される。

【0007】

図5は、分光機能とマイクロレンズアレイ機能とを併有するホログラム(回折格子)の一例を示す模式的平面図である。この回折格子は、ガラス基板11上に形成された格子パターンを含んでいる。その格子パターンは互いに平行な複数の帯状領域12を含み、それらの帯状領域12は例えば金属クロム(Cr)膜で形成することができる。もちろんCr膜12は非透光性であって、光は複数の帯状Cr膜12の間のみを透過する。

【0008】

すなわち、複数の平行な帯状Cr膜領域12が回折格子として作用し、光は帯状Cr膜12の長手方向に直交する方向に回折される。その際に、周知のように回折角には波長依存性があるので、R、G、およびBの光は互いに異なる回折角で回折されることになり、白色光Wをカラー分離することができる。

【0009】

さらに、図5の回折格子において特徴的なことは、帯状Cr膜領域12の幅と間隔が周期的に変化させられていることである。これは、回折格子にマイクロレンズアレイ作用を生じさせるためである。すなわち、波長が同じである場合に、周知のように回折格子の間隔が小さくなるにしたがって回折角が大きくなるので、回折格子の間隔を徐々に変化させることによってレンズ作用を生じさせることができるのである。

【0010】

なお、図5の回折格子においては、前述のように光は帯状Cr膜12の長手方向に直交する方向のみに回折されるので、レンズ作用もその方向のみに生じ、すなわち線状のフォーカスを有する柱状レンズのように作用する。ただし、望まれる場合には、周知のフレネルゾーンプレートに類似の回折格子を利用することによって、点状のフォーカスを有する円形状レンズまたは正方形形状レンズの作用を生じさせ得ることは言うまでもない。

【0011】

図5の回折格子は互いに平行な複数の柱状マイクロレンズを含んでいるかのように作用し、矢印13で示された領域が一つの柱状マイクロレンズとして作用する。一つの柱状マイクロレンズ領域13内では、右側に比べて左側において帯状Cr膜12の幅と間隔が減少させられている。すなわち、図5の回折格子においては、帯状Cr膜12の幅と間隔が、柱状マイクロレンズ領域13ごとに周期的に変化させられている。

【0012】

ところで、図4のカラー液晶プロジェクタにおけるホログラム膜2の代わりに図5のような回折格子をそのまま適用した場合、帯状Cr膜12は光を透過しないので、光源からの白色光Wの利用効率が低くなる。また、図5の回折格子においては、帯状Cr膜領域12のピッチが非常に小さい。例えば領域13内の中央部において、そのピッチは約0.5 μm 以下である。したがって、図5のような回折格子は電子ビーム描画を利用して作製しなければならない、工業的量产には適していない。

【0013】

そこで、図4のカラー液晶プロジェクタにおいては、マスク回折格子を介して光がガラス基板上のフォトリソ膜へ照射され、その光照射されたフォトリソ膜を熱処理することによってホログラム膜2が作製される。その際に、強度の高い光照射を受けた領域ほど屈折率nが高まる。すなわち、フォトリソからなるホログラム膜2においては、屈折率nが局所的に変調されており、屈折率変調型の回折格子として作用する。

【0014】

図6は、特許文献1の特開平10-96807号公報に開示されたカラー液晶表示装置を示す模式的断面図である。このカラー液晶表示装置は、周知の光透過型液晶パネル40を含んでいる。液晶パネル40は、液晶表示層41とブラックマトリックス42を含んでいる。液晶表示層41は複数の画素を含み、各画素は一組の赤色表示領域R、緑色表示領域G、および青色表示領域Bを含んでいる。各色表示領域の境界は、ブラックマトリックス42によって覆われている。

【0015】

液晶パネル40の背面側には、ホログラムカラーフィルタ50が配置されている。このホログラムカラーフィルタ50は、ホログラム板51と複数のマイクロレンズ52のアレイとを含んでいる。各マイクロレンズ52は、液晶パネル40中の画素の周期に対応する周期でアレイ状に配置されている。また、ホログラム板51は、回折格子の作用をする平行で一様な溝を含む石英ガラス板で形成されている。

【0016】

図6のカラー液晶表示装置においてバックライト60をホログラムカラーフィルタ50に入射させれば、その光は波長に依存して異なる角度で回折され、ホログラム板51の射出側において赤色光61、緑色光62、および青色光63に分光されて現れる。これらの分光された光は、ホログラム板51に隣接して配置されたマイクロレンズ52によって、その焦点面に波長毎に分離されて集光させられる。すなわち、赤色光61は画素中の赤色表示領域Rに、緑色光62は緑色表示領域Gに、そして青色光は青色表示領域Bにそれぞれ回折集光するように、カラーフィルタ50が構成配置される。これによって、それぞれの色成分の光はブラック・マトリックス42でほとんど減衰されずに各液晶セルを通過し、その液晶セルの色表示を行うことができる。

【0017】

このようなカラー液晶表示装置においては、ホログラム板51として、集光性を有しなくて回折効率の波長依存性が少ない透過型ホログラム板を用いることができるので、ホログラム板51をマイクロレンズ52の配列周期と位置合わせする必要がない。また、各色表示領域ごとに対応して1個のマイクロレンズを配置する場合に比べて、画素ごとに対応して1個のマイクロレンズ52を配置するのでその配列周期が3倍になり、マイクロレンズアレイが作りやすくかつ整列させやすくなる。

【0018】

図7は、非特許文献2のITE Technical Report Vol.20, 1996, pp.69-72に開示されたホログラムカラーフィルタを模式的に図解する断面図である。このホログラムカラーフィルタは、赤色光、緑色光、および青色光における強度バランスを改善するために、2つのホログラム膜71、72を含んでいる。

【0019】

一般に、ホログラム膜においては、そのホログラム膜によって最も回折されやすい光の波長が存在する。すなわち、ホログラム膜は特定波長の光に対して最も高い回折効率を有し、その特定波長からの波長差が大きくなるにしたがって回折効率が低下する傾向にある。特に、屈折率変調型のホログラム膜中の屈折率差 Δn が小さい場合に、このような回折効率の波長依存性が顕著になる傾向にある。たとえば、フォトリソマのホログラム膜におけるように屈折率差が $\Delta n = 0.04$ 以下に小さい場合には、回折効率の波長依存性が小さなホログラム膜を得ることが困難である。

【0020】

したがって、ホログラム膜によって白色光から赤色光、緑色光、および青色光を分光する場合、そのホログラム膜は、赤色光、緑色光、および青色光のうちで中間の波長域に相当する緑色光において最も高い回折効率を得られるように設計される。このように設計されたホログラム膜は緑色光に比べて赤色光と青色光に対して低い回折効率を有し、そのホログラム膜によって分光された赤色光と青色光は緑色光に比べて低い強度を有することになる。したがって、それらの分光された赤色光、緑色光、および青色光を再合成して白色光を得ようとしても、その合成光は緑色がかった白色光になる傾向にある。

【0021】

また、カラー液晶表示装置のバックライトとして利用されるメタルハライドランプや超高圧水銀ランプは、緑色光の波長範囲内に強い輝線を含んでいる。したがって、緑色光に対して最も高い回折効率を得られるように設計されたホログラム膜によってメタルハライドランプや超高圧水銀ランプからの光を分光すれば、分光された赤色光、緑色光、および青色光の中で緑色光の強度がより顕著になる傾向にある。

【0022】

図7のホログラムカラーフィルタは、このような波長に依存する回折効率の不均一性の問題を改善してカラー液晶表示装置の色バランスを改善するために、2つのホログラム膜71、72を含んでいる。第1のホログラム膜71は或る特定波長 λ の光に対して η_1 の回折効率を有し、第2のホログラム膜72はその波長 λ の光に対して η_2 の回折効率を有している。ここで、入射光の全てが回折される場合に回折効率1とし、入射光の全てが回折されずに透過する場合に回折効率0とする。

【0023】

特定波長 λ を有する強度1の入射光が第1ホログラム膜71を通過すれば、その透過光と回折光との強度比率は $(1-\eta_1) : \eta_1$ となる。第1ホログラム膜71を通過した透過光が第2ホログラム膜72を通過すれば、透過光(元の入射光の方向に平行)とその回折光(第1ホログラム膜71による回折方向に平行)との強度比率は $(1-\eta_1)(1-\eta_2) : \eta_2(1-\eta_1)$ となる。第1ホログラム膜71を通過した回折光が第2ホログラム膜72を通過すれば、その回折光(元の入射光の方向に平行)と透過光(第1ホログラム膜71による回折方向に平行)との強度比率は $\eta_1\eta_2 : \eta_1(1-\eta_2)$ となる。したがって、2枚のホログラム膜71、72を通過した回折方向の光の強度は、 $\eta_2(1-\eta_1) + \eta_1(1-\eta_2) = \eta_1 + \eta_2 - 2\eta_1\eta_2$ となる。

【0024】

図8は、図7に示されているような2枚のホログラム膜を含むホログラムカラーフィルタに関する計算機シミュレーション結果の一例を示している。すなわち、図8のグラフにおいて、横軸は光の波長(nm)を表し、縦軸はホログラム膜の回折効率を表している。

【0025】

曲線aは、単一のホログラム膜からなるホログラムカラーフィルタの回折効率の一例を示している。この単一のホログラム膜aは、赤色光と青色光との中間の波長に相当する緑色光において回折効率が最大になるように設計されている。したがって、白色光がホログラム膜aによって分光された後においては、緑色光に比べて赤色光と青色光の強度が低くなる傾向にある。

【0026】

他方、ホログラム膜bは赤色光において回折効率が最大になるように設計されており、ホログラム膜cは青色光において回折効率が最大になるように設計されている。そして、これらの2枚のホログラム膜b、cを含むホログラムカラーフィルタは、曲線dで示されているような合成回折効率を有することになる。すなわち、ホログラムカラーフィルタdは緑色光に比べて赤色光と青色光において高い回折効率を有しており、回折効率の2つのピークを有することから2ピークホログラムカラーフィルタと称されることもある。

【特許文献1】特開平10-96807号公報

【非特許文献1】西田信夫編、「大画面ディスプレイ」、共立出版、2002年発行

【非特許文献2】ITE Technical Report Vol.20, 1996, pp.69-72

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0027】

上述のようなフォトリソ法からなるホログラム膜においては、光照射によって高めることができる屈折率差 Δn は約0.04程度までである。周知のように、屈折率変調型回折格子においては、屈折率差 Δn が大きいほど回折効率(光の利用効率)を高めることができる。また、屈折率差 Δn が大きいほど、回折効率の波長依存性を小さくすることができる。ここで、約0.04程度の屈折率差 Δn は十分とはいえず、フォトリソ法のホログラム膜の回折効率を高めることは困難である。

【0028】

また、近年ではカラー液晶プロジェクタの高輝度化が求められており、それに伴ってプロジェクタに含まれる光学部品には80~100℃程度以上の耐熱性が求められる。しかし、フォトリソ法の耐熱性は十分とはいえず、室温と100℃程度の温度との間における繰り返し熱履歴が与えられれば、フォトリソ法のホログラム膜自体が劣化したりガラス基板から剥離したりする恐れがある。

【0029】

さらに、特許文献1に開示されているように複数の微細な溝を有するシリカガラスのホログラム板は、1枚ごとに電子リソグラフィとエッチングを行って作製しなければならない、工業的大量生産に適していない。

【0030】

かかる先行技術における課題に鑑み、本発明は、光の利用効率を高めることができかつ耐熱性に優れたホログラムカラーフィルタを提供することを目的とし、ひいては高輝度で色バランスも改善されたカラー液晶表示装置を提供することをも目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0031】

本発明によれば、入射光をホログラムにより回折分光して異なる波長の光を所定の空間的周期で所望の位置に出射するホログラムカラーフィルタは、透光性基板上に形成された透光性ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜を含み、このDLC膜には相対的に高屈折率の帯状領域と相対的に低屈折率の帯状領域とが交互に配置されていることを特徴としている。

【0032】

なお、DLC膜はマイクロレンズアレイと組み合わせられてもよく、その場合にはDLC膜において高屈折率帯状領域の幅および間隔が一定に設定され、マイクロレンズアレイは所定の空間的周期に対応した周期で配置された複数のマイクロレンズを含むことができる。

【0033】

また、DLC膜は高屈折率帯状領域の幅および間隔が所定の空間的周期に対応して周期的に変化させられてもよく、それによって分光機能とマイクロレンズアレイ機能とを兼ね備えることができる。

【0034】

さらに、ホログラムカラーフィルタは複数のDLC膜を含んでいてもよく、これらのDLC膜は互いに異なる波長の光に対して回折効率のピークを有していることが好ましい。この場合に、複数のDLC膜は第1と第2のDLC膜を含み、第1DLC膜は赤色の光に対して回折効率のピークを有し、第2DLC膜は青色の光に対して回折効率のピークを有していることが好ましい。

【0035】

DLC膜における低屈折率帯状領域から高屈折率帯状領域への境界領域においては、屈折率が多段階に変化させられていることが好ましい。また、DLC膜の低屈折率帯状領域から高屈折率帯状領域への境界領域において、屈折率が連続的に変化させられていることがさらに好ましい。

【0036】

上述のようなホログラムカラーフィルタを作製するための方法においては、DLC膜はプラズマCVDによって好ましく形成され得る。また、DLC膜中において相対的に高い屈折率を有する領域は、そのDLC膜へ紫外光照射、X線照射、シンクロトロン放射光照射、イオン照射、および電子線照射のいずれかを行うことによって形成され得る。

【0037】

本発明によれば、カラー液晶表示装置は上述のようなホログラムカラーフィルタと組み合わされた液晶パネルを含み、そのホログラムカラーフィルタにおける空間的周期は液晶パネルに含まれる複数の画素の周期に対応していることを特徴としている。すなわち、各画素は赤色表示領域、緑色表示領域、および青色表示領域を含み、ホログラムカラーフィルタは入射光を赤色光、緑色光、および青色光に分光してそれぞれ赤色表示領域、緑色表示領域、および青色表示領域へ向けて出射する。カラー液晶表示装置の光源としては、メタルハライドランプ、超高圧水銀ランプ、冷陰極線管、または発光ダイオードを含むことができる。

【発明の効果】

【0038】

本発明においては、大きな屈折率変化を生じ得てかつ優れた耐熱性を有するDLC膜を利用してホログラムカラーフィルタが作製されるので、そのホログラムカラーフィルタの光利用効率を高めることができかつその耐熱性を著しく改善することができる。そして、そのように改善されたホログラムカラーフィルタを用いることによって、高輝度で色バラ

ンスも改善されたカラー液晶表示装置を提供することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

まず、本願発明をなすに際して、本発明者らは、透光性DLC膜にエネルギービームを照射することによってその屈折率を高めることができることを確認している。そのようなDLC膜は、ガラス基板、ポリマ基板その他の種々の透光性基板上にプラズマCVD（化学気相堆積）によって形成することができる。そのようなプラズマCVDによって得られる透光性DLC膜は、通常は1.55程度の屈折率を有している。

【0040】

DLC膜の屈折率を高めるためのエネルギービームとしては、イオンビーム、電子ビーム、シンクロトロン放射（SR）光、紫外（UV）光などを用いることができる。例えば、Heイオンを800keVの加速電圧の下で $5 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ のドーズ量で注入することによって、屈折率変化量を $\Delta n = 0.65$ 程度まで高めることができる。なお、H、Li、B、Cなどのイオンの注入によっても、同様に屈折率を変調させることができる。また、0.1～130nmのスペクトルを有するSR光を照射することによっても、屈折率変化量を最大で $\Delta n = 0.65$ 程度まで高めることができる。さらに、UV光照射では、例えば波長248nmのKrFエキシマレーザー光をパルス当たり160mW/mm²の照射密度にて100Hzの周期でパルス照射すれば、屈折率変化量を $\Delta n = 0.22$ 程度まで高めることができる。なお、ArF（193nm）、XeCl（308nm）、XeF（351nm）などのエキシマレーザー光やArレーザー光（488nm）の照射によっても、同様に屈折率を変調させることができる。これらの、DLC膜のエネルギービーム照射による屈折率変化量は、従来のフォトポリマ膜の光照射による屈折率変化量（ $\Delta n = 0.04$ 程度以下）に比べて桁違いに大きいことが分かる。

【0041】

図1では、本発明の一実施形態においてDLC膜を用いてホログラム膜を作製する方法が、模式的な断面図で図解されている。そのようなDLCのホログラム膜は、図4のカラー液晶プロジェクタにおけるフォトポリマのホログラム膜2、図6におけるカラー液晶表示装置におけるシリカガラスのホログラム板51、さらには図7におけるフォトポリマのホログラム膜71、72のいずれかの代わりに好ましく使用し得るものである。

【0042】

図1のDLCホログラム膜の作製方法においては、例えばシリカ（SiO₂）ガラス基板21上にプラズマCVDによってDLC膜22が形成される。そして、シリカガラス基板23a上に形成されたマスク24aがそのDLC膜22上に重ねられる。マスク24aは種々の材料で形成され得るが、金（Au）膜がより好ましく用いられ得る。なぜならば、金は高精度に加工しやすく、エネルギービームの遮蔽性にも優れ、酸化や腐食による問題を生じることもないからである。

ある。この金マスク24aは、たとえば以下のようにして作製され得る。

【0043】

まず、周知のスパッタリング法またはEB（電子ビーム）蒸着法によって、ガラス基板上に厚さ約0.5μmの金膜が堆積され、その上にレジスト層が塗布される。このレジスト層は、ステッパ露光を利用してパターン化される。そのレジストパターンを介してドライエッチングすることによって、金膜がパターン化される。そして、レジストパターンを除去することによって、金マスクパターンが得られる。

【0044】

これに代わり得る他の方法においては、まずスパッタリング法またはEB蒸着法によって、ガラス基板上に約50nm以下の厚さのNi導電層が堆積され、その上にレジストパターンが形成される。このレジストパターンを介してNi層上に厚さ約0.5μmの金膜を電気めっきによって堆積してレジストを除去することによって、金マスクが形成され得る。

【0045】

以上のいずれの方法で形成される金マスクも、ホログラム作用のための回折格子パターンに対応したパターンを有している。なお、図1においては、図面の簡略化と明瞭化のために、帯状金膜24aの幅と間隔は一定にして示されている。

【0046】

図1に示されているように、金膜のマスク24aがDLC膜22上に重ねられた状態で、上方からUV光25aがDLC膜22に照射される。その結果、DLC膜22中で、金マスク24aによって覆われてUV光25aの照射を受けなかった領域は屈折率の変化を生じなくて、プラズマCVDによって堆積されたままの屈折率 n_1 を維持している。他方、DLC膜22中で、金マスク24aによって覆われていないUV光25aの照射を受けた領域は屈折率変化を生じて、その屈折率が n_2 へ高められる。UV光照射後には、シリカガラス基板23aと金マスク24aをDLCホログラム膜22から取り外す。こうして得られたDLCホログラム膜22は、 n_1 と n_2 との2値の屈折率を含んでおり、2レベルの屈折率変調型回折格子として作用する。

【0047】

ここで、図1のDLCホログラム膜22と図5の回折格子とを比較すれば、図5の回折格子においてはCr膜12によって遮蔽された光は回折光として利用することができなくて光の利用効率が低くなるのに対して、図1のDLCホログラム膜22においては低屈折率 n_1 と高屈折率 n_2 のいずれの領域を通過する光も回折光として利用することができて光の利用効率が高くなる。

【0048】

他方、図4や図7におけるフォトポリマのホログラム膜2、71、72は、図1のDLCホログラム膜22に類似して、低屈折率領域と高屈折率領域とを含む屈折率変調型回折格子として作用する。したがって、フォトポリマのホログラム膜においても、低屈折率と高屈折率のいずれの領域を通過する光も回折光として利用することができる。しかし、前述のようにフォトポリマ膜の光照射によって実現し得る屈折率差 Δn はせいぜい0.04程度であるのに対して、DLC膜のUV光照射によって実現し得る屈折率差 Δn は0.2程度に達し得る。したがって、図1のDLCホログラム膜22においては、フォトポリマのホログラム膜に比べて遥かに高い回折効率を実現することができ、光の利用効率を高めることができる。また、屈折率差 Δn を大きくし得るDLCホログラム膜においては、回折効率の波長依存性を小さくすることができる。

【0049】

図2では、本発明の他の実施形態においてDLC膜を用いてホログラム膜を作製する方法が、模式的な断面図で図解されている。この図2においては、図1と同様な方法で形成された n_1 と n_2 との2レベルの屈折率変調を含むDLCホログラム膜22上に、シリカガラス基板23a上の第2の金マスク24bがさらに重ねられる。そして、その状態において再度のUV光照射25bが行われる。

【0050】

このとき、第2の金マスク24bは、図1の過程で形成されたDLCホログラム膜中の高屈折率 n_2 の領域内の選択された領域のみにUV光を照射するための開口を有している。したがって、UV光25bの照射後においては、比較的高い屈折率 n_2 の領域内の選択された領域の屈折率がさらに高い n_3 に高められる。すなわち、図2において作製されたDLCホログラム膜22は、 n_1 、 n_2 、および n_3 の3レベルの屈折率変調を含む回折格子として作用する。

【0051】

このように、部分的に修正されたパターンを有するマスクを順次用いながらDLC膜にUV光照射を繰り返して行うことによって、所望の多レベルの屈折率変調を含むDLCホログラム膜を得ることができる。そして、周知のように2レベルの屈折率変調型回折格子に比べて多レベルの屈折率変調型回折格子は高い回折効率を生じ得るので、光の利用効率がさらに改善され得る。

【0052】

図3では、本発明のさらに他の実施形態においてDLC膜を用いてホログラム膜を作製する方法が、模式的な断面図で図解されている。この作製方法においては、シリカガラス基板（図示せず）上のDLC膜22上に金マスク34が形成される。この金マスク24aも電子ビーム描画で形成することができ、所定のホログラム（回折格子）パターンを有している。なお、図3においても、図面の簡略化と明瞭化のために、帯状金膜34の幅と間隔は一定にして示されている。

【0053】

ここで、帯状金膜34に特徴的なことは、その上面が半円柱状面に形成されていることである。このような半円柱状面は、例えばエッチングまたはナノインプリント（型転写）にて形成することができる。

【0054】

そのように形成された金マスク34を介して、例えばHeのイオン35がDLC膜22に照射される。このとき、各帯状金膜34が半円柱状の上面を有しているので、各帯状金膜34の側面近傍では一部のHeイオンがそのマスクを透過することができ、その透過HeイオンがDLC膜22内に侵入し得る。その結果、図3のDLC膜22中においては、低屈折率領域22aと高屈折率領域22bとの界面近傍において、屈折率が連続的に変化するようになる。なお、イオンビーム照射によってDLC膜の屈折率を変調した後に、金用のシアン系エッチング液に室温で数分程度浸漬することによって、金マスク34が溶解除去され得る。

【0055】

前述のように、多レベルの屈折率変調型回折格子においては、そのレベル数を高めるほど回折効率が改善される。そして、屈折率が連続的に変化させられている屈折率変調型回折格子は、屈折率変調レベルを無限大にしたことに相当している。すなわち、図3において得られるDLCホログラム膜は、図2の場合に比べて、さらに改善された回折効率を有し、光の利用効率をさらに改善することができる。

【0056】

なお、以上の説明において図4の反射型カラー液晶プロジェクタが例示されたが、本発明によるDLCホログラムカラーフィルタは透過型カラー液晶プロジェクタにも適用し得ることは言うまでもない。例えば、図4の反射型カラー液晶プロジェクタと透過型カラー液晶プロジェクタとの間の部分的相違を説明すれば、まず、反射型電極層4を透明電極層で置き換えることによって透過型に変更されうることが理解されよう。また、その場合にはホログラム膜を介して投影光を取り出す必要がないので、光源からの白色光Wはそのホログラム膜の真後ろから照射することもできる。その場合には、図5に示された回折格子パターン中の一つのマイクロレンズ領域13に対応するDLCホログラム膜中の屈折率変調領域内において、中央部に比べて両側部における高屈折率領域の幅と間隔を小さくすればよい。さらに、本発明によるDLCホログラムカラーフィルタは、プロジェクタ型でなく図6に示されているような通常のカラー液晶表示装置にも好ましく適用し得ることも言うまでもない。この場合に、光源としては、冷陰極線管や発光ダイオードなどを好ましく用いることができる。

【産業上の利用可能性】

【0057】

以上のように、本発明によれば、光の利用効率を高めることができかつ耐熱性に優れたホログラムカラーフィルタを提供することができ、ひいては高輝度で色バランスも改善されたカラー液晶表示装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】本発明の一実施形態によるDLCホログラム膜の作製方法を図解する模式的断面図である。

【図2】本発明の他の実施形態によるDLCホログラム膜の作製方法を図解する模式的断面図である。

【図3】本発明のさらに他の実施形態によるDLCホログラム膜の作製方法を図解する模式的断面図である。

【図4】日本ビクター（株）のHV-D50LA1が採用している単一パネル型カラー液晶プロジェクタにおける光学的基本原理を図解する模式的断面図である。

【図5】波長分離機能とマイクロレンズ機能とを併有する回折格子の一例を示す模式的平面図である。

【図6】特許文献1に開示されたカラー液晶表示装置の一例を示す模式的断面図である。

【図7】非特許文献2に開示されたホログラムカラーフィルタを図解する模式的断面図である。

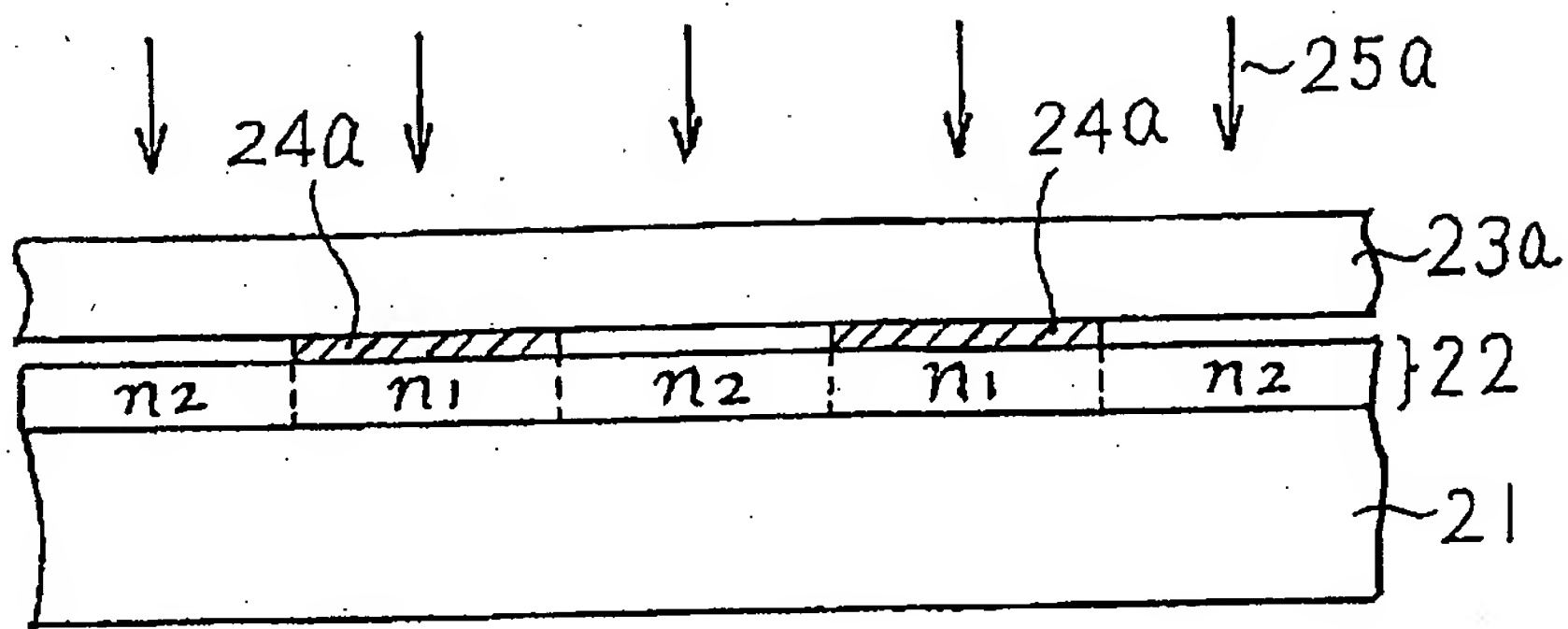
【図8】図7のホログラムカラーフィルタにおける回折効率の波長依存性を模式的に示すグラフである。

【符号の説明】

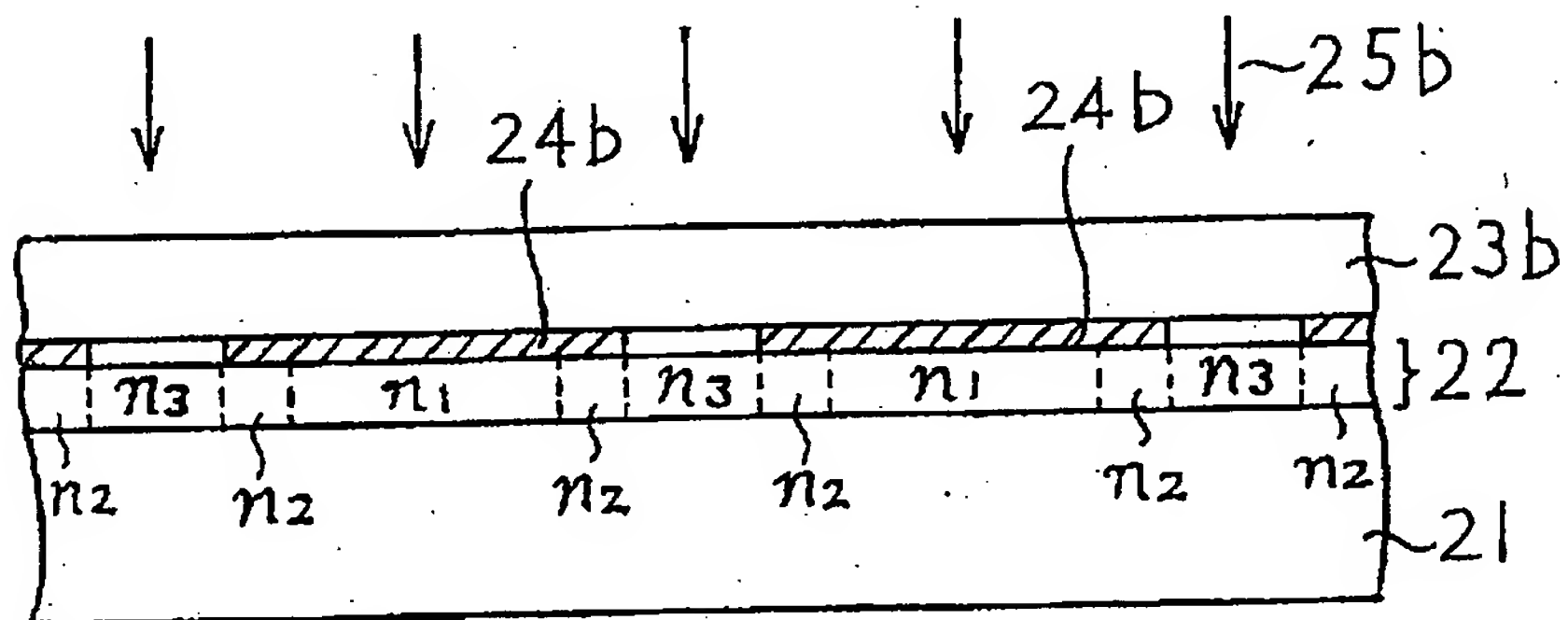
【0059】

1 ガラス基板、2 ホログラム膜、3 液晶層、4 反射型電極層、11 ガラス基板、12 Cr膜の回折格子、13 一つのマイクロレンズ領域、21 シリカガラス基板、22 DLC膜、22a 低屈折率領域、22b 高屈折率領域、23a、23b シリカガラス基板、24a、24b 金マスク、25a、25b UV光、34 金マスク、35 Heイオンビーム、40 液晶パネル、41 液晶表示層、42 ブラックマトリックス、50 ホログラムカラーフィルタ、51 ホログラム板、52 マイクロレンズ、60 バックライト、61 赤色光、62 緑色光、63 青色光、71 第1のホログラム膜、72 第2のホログラム膜、a 緑色光に対して最大回折効率を有するホログラム膜、b 赤色光に対して最大回折効率を有するホログラム膜、c 青色光に対して最大回折効率を有するホログラム膜、d 赤色光と青色光に対して回折効率のピークを有するホログラムカラーフィルタ。

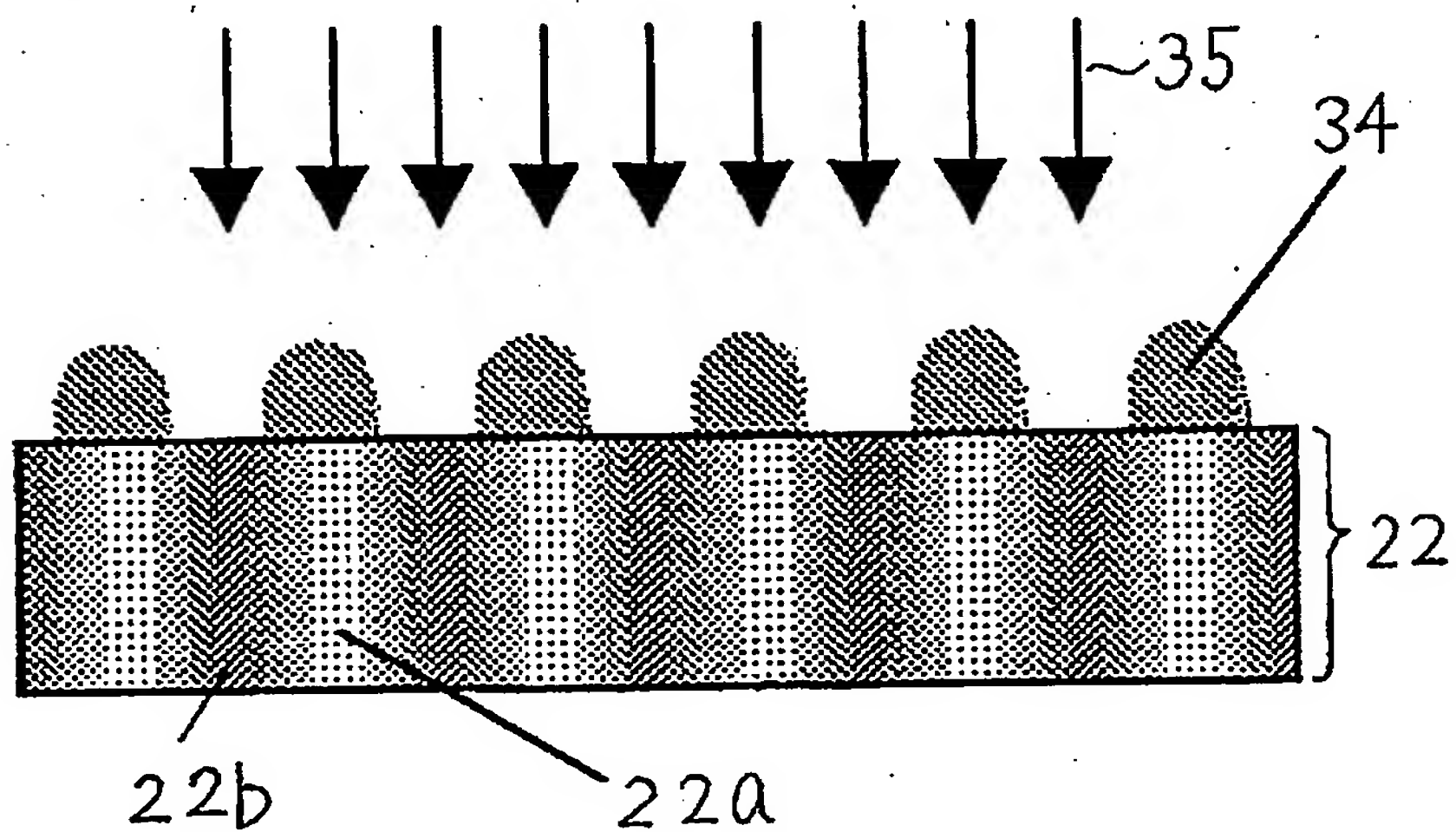
【書類名】 図面
【図 1】



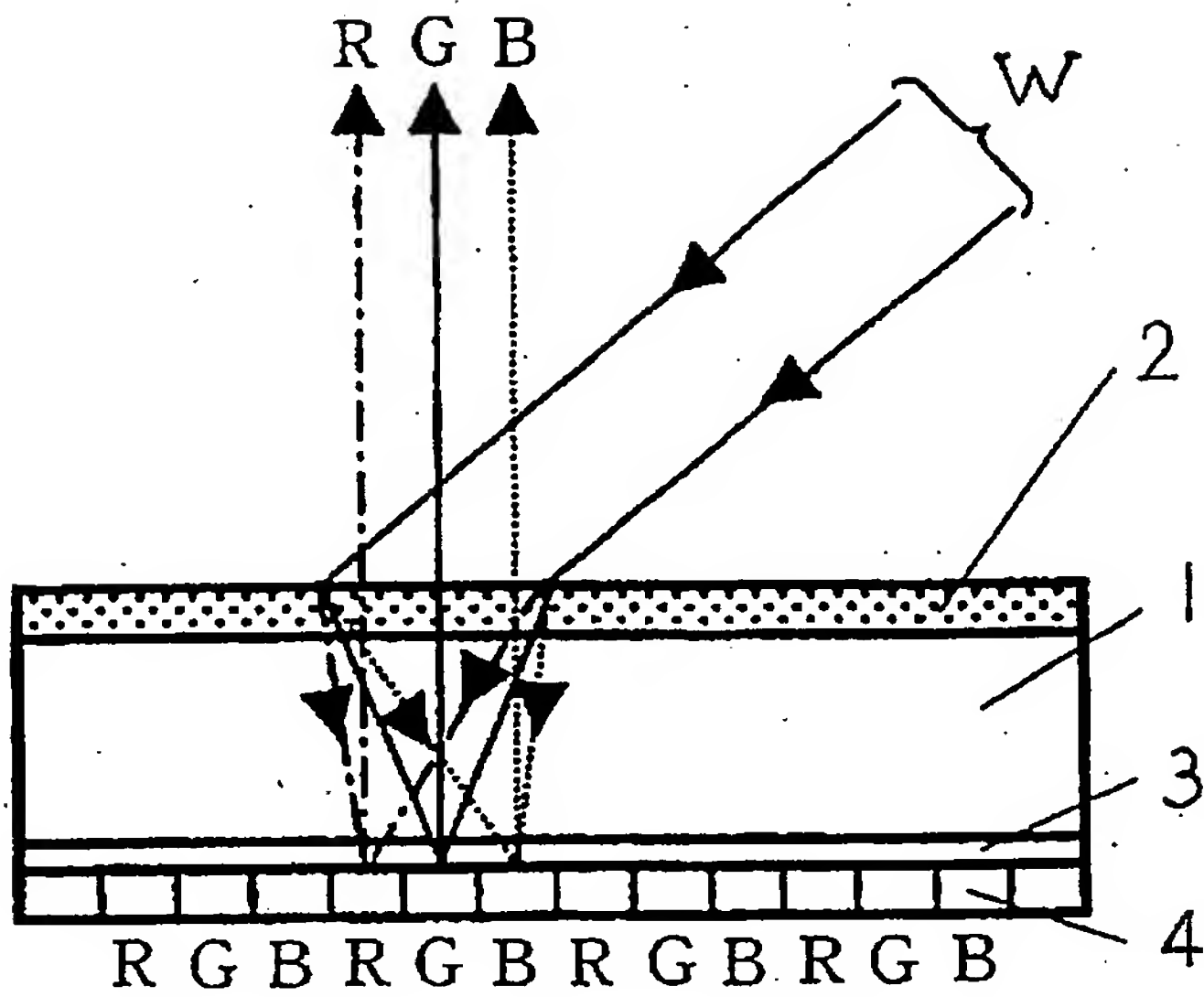
【図 2】



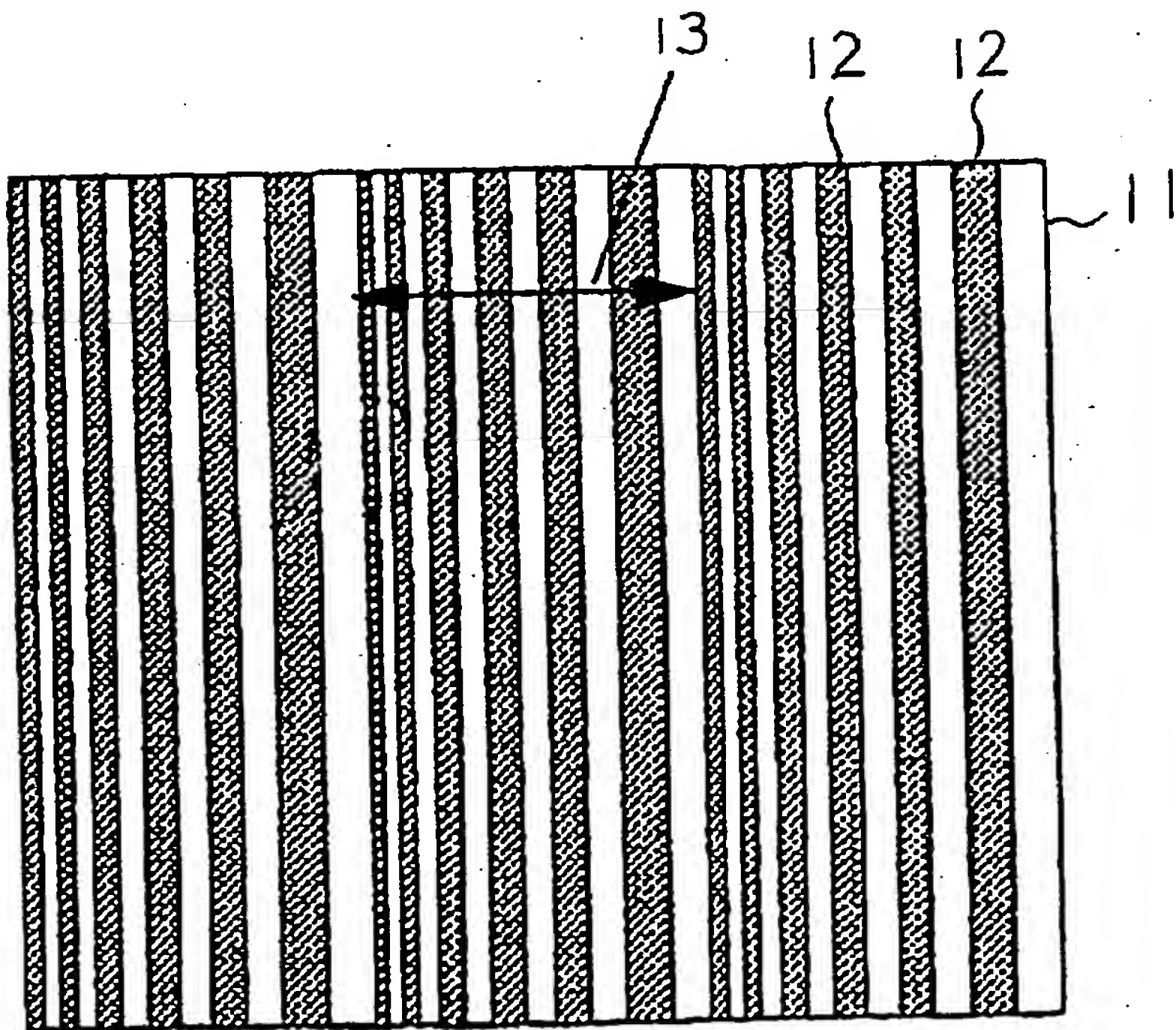
【図 3】



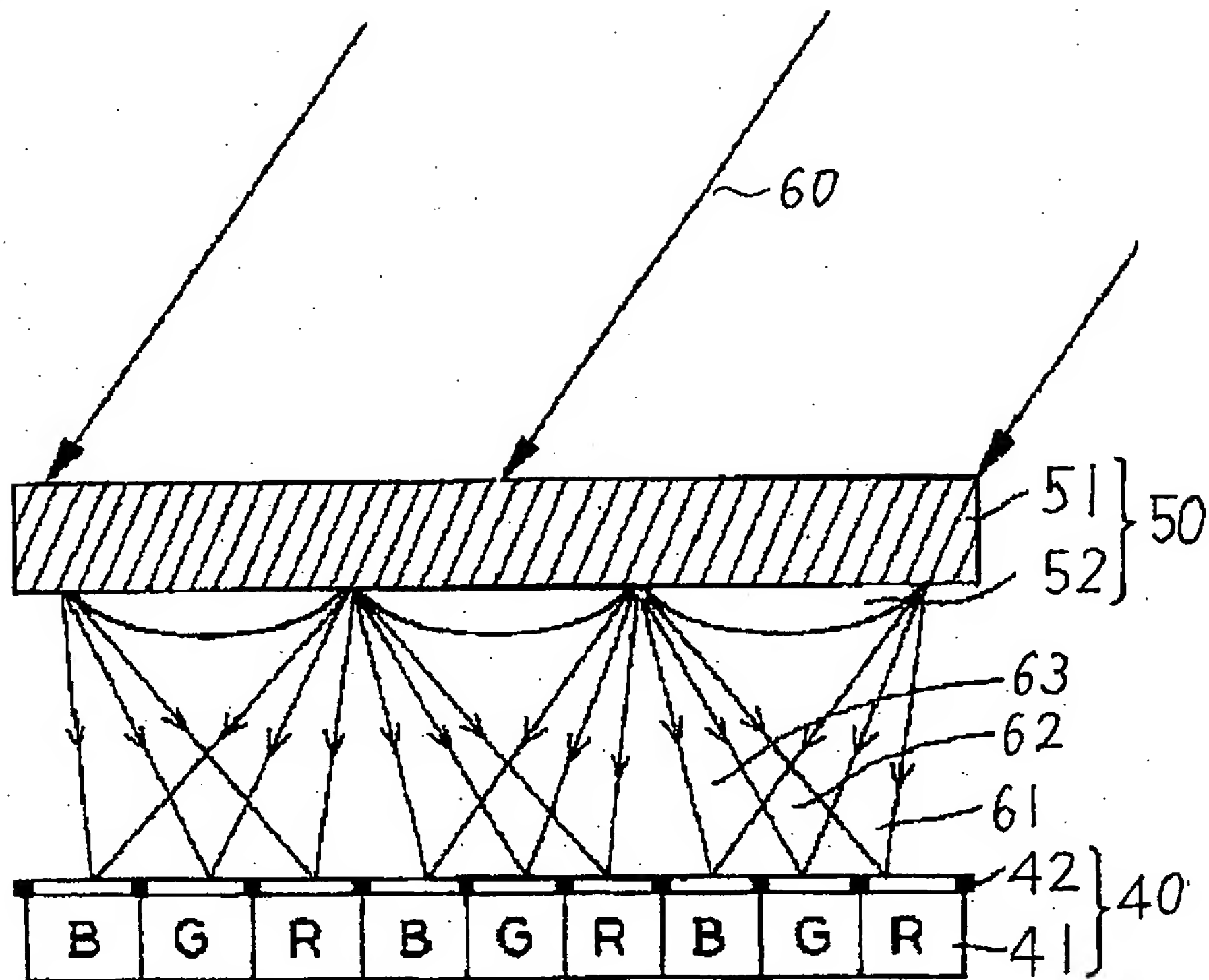
【図 4】



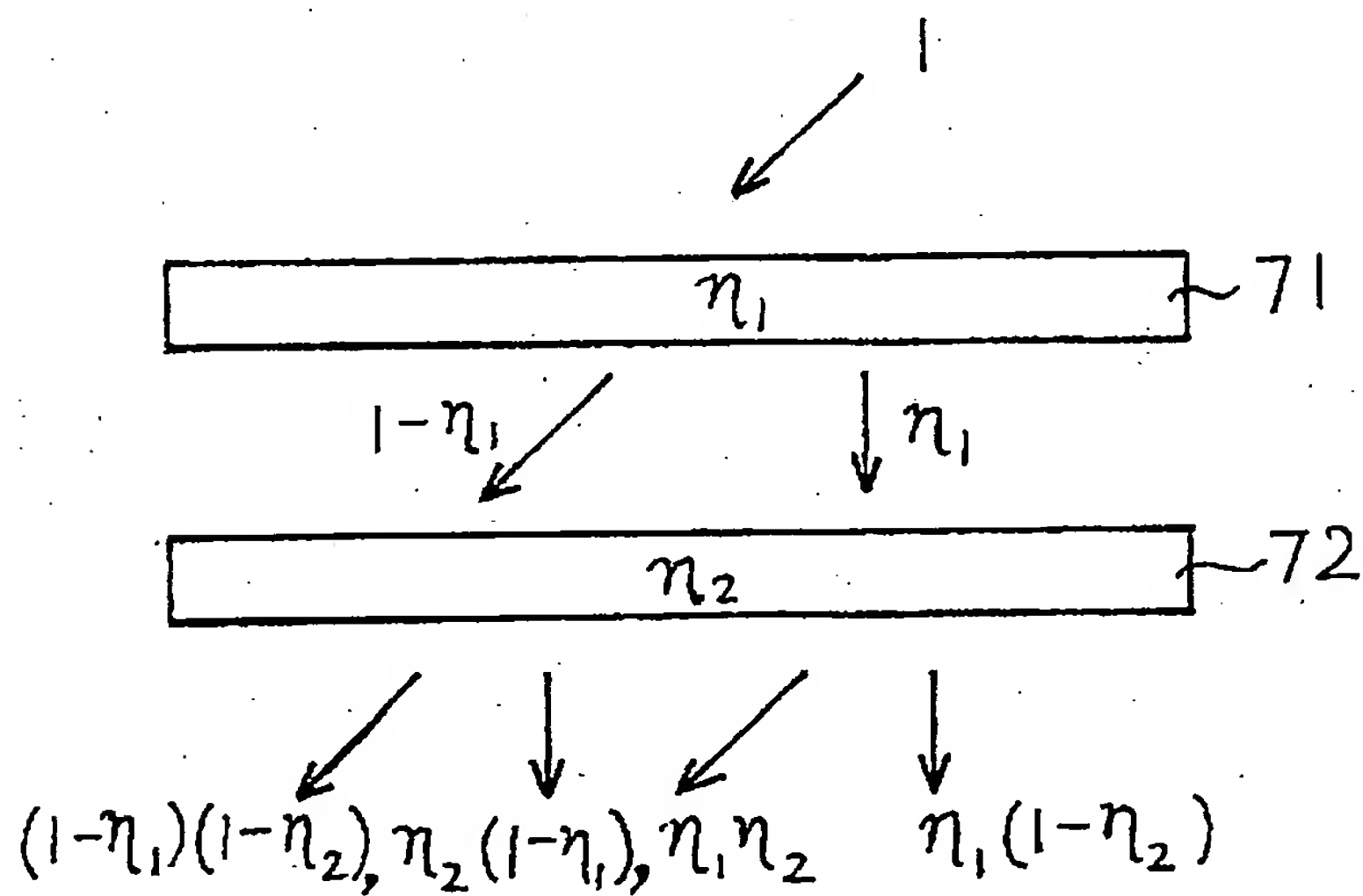
【図 5】



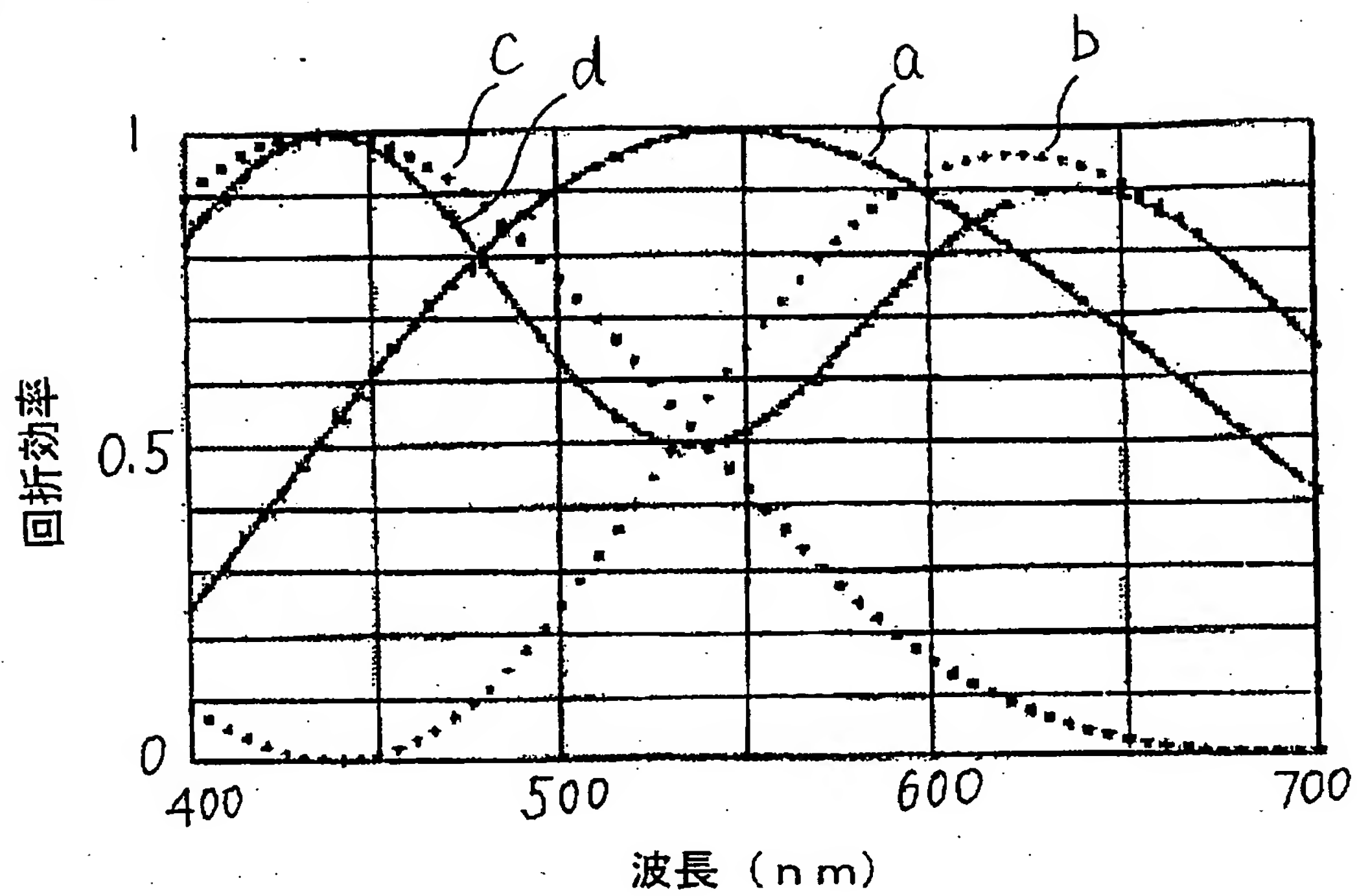
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光の利用効率を高めることができかつ耐熱性に優れたホログラムカラーフィルタを提供し、ひいては高輝度で色バランスも改善されたカラー液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 入射光をホログラムにより回折分光して異なる波長の光を所定の空間的周期で所望の位置に出射するホログラムカラーフィルタは、透光性基板(21)上に形成された透光性ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜(22)を含み、このDLC膜には相対的に低屈折率(n_1)の帯状領域と相対的に高屈折率(n_2)の帯状領域とが交互に配置されていることを特徴としている。

【選択図】 図1

特願 2004-243529

出願人履歴情報

識別番号

[000002130]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

氏 名

住友電気工業株式会社